

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-133091
(P2003-133091A)

(43) 公開日 平成15年5月9日 (2003.5.9)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード (参考)
H 0 5 B 41/24		H 0 5 B 41/24	G 3 K 0 7 2
41/16		41/16	T 3 K 0 8 2
41/18		41/18	T 3 K 0 8 3
41/38		41/38	3 K 0 9 8
41/392		41/392	C
審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 11 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2001-329874(P2001-329874)

(22) 出願日 平成13年10月26日 (2001. 10. 26)

(71) 出願人 000005821
松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真1006番地
(72) 発明者 小野 俊介
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内
(72) 発明者 山本 匡宏
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内
(74) 代理人 100090446
弁理士 中島 司朗

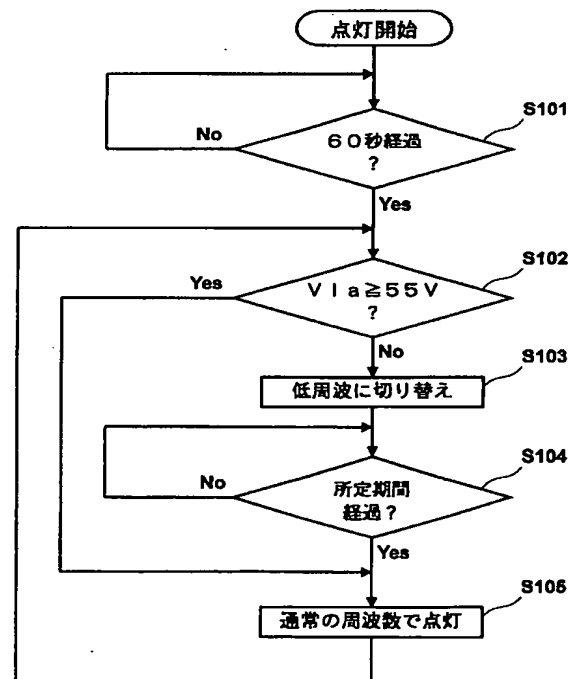
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高圧放電ランプの点灯方法、点灯装置及び高圧放電ランプ装置

(57) 【要約】

【課題】 定格電力よりも低い電力で点灯した場合でも、点灯回路に過度な負担をかけることのない高圧放電ランプの点灯方法、点灯装置及び高圧放電ランプ装置を提供する。

【解決手段】 検出されたランプ電圧 (V_{la}) が所定値を下回った場合に (S102: No)、定常点灯時の周波数よりも低い周波数の電流を投入する期間を設ける (S103、S104)。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内部にハロゲン物質が封入され、かつ、
一対の電極が配設されている発光管を備えた高圧放電ラ
ンプに対し、交流電流を供給して点灯させる高圧放電ラ
ンプの点灯方法であって、

点灯中の電極間距離の変化に起因して、前記一対の電極
間の電圧が所定値を下回った場合に、一時的に定格周波
数よりも低い周波数の交流電流を投入する期間を設ける
ことを特徴とする高圧放電ランプの点灯方法。

【請求項 2】 前記期間における前記交流電流の周波数
は 0.1 Hz 以上 10 Hz 以下であることを特徴とする
請求項 1 に記載の高圧放電ランプの点灯方法。

【請求項 3】 前記期間に投入される前記交流電流の周
期は 10 周期以下であることを特徴とする請求項 1 又は
2 に記載の高圧放電ランプの点灯方法。

【請求項 4】 前記期間に投入される前記交流電流の周
期は少なくとも 1 周期であることを特徴とする請求項 3
に記載の高圧放電ランプの点灯方法。

【請求項 5】 前記期間に投入される前記交流電流の周
期は 1.5 周期であることを特徴とする請求項 3 に記載
の高圧放電ランプの点灯方法。

【請求項 6】 内部にハロゲン物質が封入され、かつ、
一対の電極が配設されている発光管を備えた高圧放電ラ
ンプに対し、直流電流を供給して点灯させる高圧放電ラ
ンプの点灯方法であって、

点灯中の電極間距離の変化に起因して、前記一対の電極
間の電圧が所定値を下回った場合に、一時的に前記直流
電流の方向を定格方向と反転させる期間を設けることを
特徴とする高圧放電ランプの点灯方法。

【請求項 7】 前記期間は、
前記高圧放電ランプを定格電力よりも低い電力で点灯さ
せている場合に設けられることを特徴とする請求項 1 から
6 のいずれかに記載の高圧放電ランプの点灯方法。

【請求項 8】 内部にハロゲン物質が封入され、かつ、
一対の電極が配設されている発光管を備えた高圧放電ラ
ンプに対し、交流電流を供給して点灯させる点灯装置で
あって、

前記一対の電極間の電圧を検出する電圧検出手段と、
前記電圧検出手段により検出された電圧が所定値を下回
った場合に、一時的に定格周波数よりも低い周波数の交
流電流を投入する期間を設けるように、前記交流電流の
周波数を制御する制御手段とを備えることを特徴とする
点灯装置。

【請求項 9】 前記期間における前記交流電流の周波数
は 0.1 Hz 以上 10 Hz 以下であることを特徴とする
請求項 8 に記載の点灯装置。

【請求項 10】 前記期間に投入される前記交流電流の
周期は 10 周期以下であることを特徴とする請求項 8 又
は 9 に記載の点灯装置。

【請求項 11】 前記期間に投入される前記交流電流の

周期は少なくとも 1 周期であることを特徴とする請求項
10 に記載の点灯装置。

【請求項 12】 前記期間に投入される前記交流電流の
周期は 1.5 周期であることを特徴とする請求項 10 に
記載の点灯装置。

【請求項 13】 内部にハロゲン物質が封入され、か
つ、一対の電極が配設されている発光管を備えた高圧放
電ランプに対し、直流電流を供給して点灯させる点灯装
置であって、

前記一対の電極間の電圧を検出する電圧検出手段と、
前記電圧検出手段により検出された電圧が所定値を下回
った場合に、一時的に前記直流電流の方向を定格方向と
反転させる期間を設けるように、前記直流電流の方向を
制御する制御手段とを備えることを特徴とする点灯装
置。

【請求項 14】 前記制御手段は、
前記高圧放電ランプが点灯開始してから所定時間が経過
した後に、前記交流電流の周波数若しくは前記直流電流
の方向の制御を開始することを特徴とする請求項 8 から
13 のいずれかに記載の点灯装置。

【請求項 15】 内部にハロゲン物質が封入され、か
つ、一対の電極が配設されている発光管を備えた高圧放
電ランプを取り付ける取り付け部と、当該取り付け部に
取り付けられた高圧放電ランプを点灯させる点灯装置と
を含む高圧放電ランプ装置において、
前記点灯装置は請求項 8 から 14 のいずれかに記載の点
灯装置であることを特徴とする高圧放電ランプ装置。

【請求項 16】 内部にハロゲン物質が封入され、か
つ、一対の電極が配設されている発光管を備えた高圧放
電ランプと当該高圧放電ランプの点灯装置とを含む高圧
放電ランプ装置において、
前記点灯装置は、請求項 8 から 14 のいずれかに記載の
点灯装置であることを特徴とする高圧放電ランプ装置。

【請求項 17】 前記高圧放電ランプは、前記一対の電
極間の距離が 0.5 mm 以上 2.0 mm 以下であると共に、
定格電力点灯時における前記発光管内の水銀蒸気圧が
15 MPa 以上 65 MPa 以下であることを特徴とする
請求項 15 又は 16 に記載の高圧放電ランプ装置。

【請求項 18】 前記発光管内に封入されるハロゲン物
質の封入量が、 $1 \times 10^{-9} \text{ mol/cm}^3$ 以上 $1 \times 10^{-5} \text{ mol/cm}^3$ 以下であることを特徴とする請求項 15
から 17 のいずれかに記載の高圧放電ランプ装置。

【請求項 19】 前記ハロゲン物質は臭素であることを
特徴とする請求項 18 に記載の高圧放電ランプ装置。

【請求項 20】 前記制御手段は、
前記高圧放電ランプを定格電力よりも低い電力で点灯さ
せる場合に、前記交流電流の周波数若しくは前記直流電
流の方向の制御を行うことを特徴とする請求項 15 から
19 のいずれかに記載の高圧放電ランプ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高圧放電ランプの点灯方法、点灯装置及び高圧放電ランプ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】液晶プロジェクタの光源として、超高圧水銀ランプなどの高圧放電ランプが用いられるのが一般的であるが、近年のように液晶プロジェクタが小型化され、一般家庭でも用いられるようになるに伴い、使用環境の明るさや、投影する映像の種類に合わせて、画面が明るくなりすぎないような配慮が必要となってきた。かかる要請に応えるべく、いわゆる調光機能と称される機能を有する液晶プロジェクタが考案されている（例えば、特開2000-131668号公報参照）。ここで、調光機能とは、高圧放電ランプを、定格電力よりも低い電力で点灯させることにより、ランプの明るさ調整、低消費電力化等を図ろうとする機能をいう。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、本願発明者らが、従来の高圧放電ランプ及び点灯装置を用いて調光機能を実現することについて検討を行なったところ、定格電力点灯時に比べて点灯装置の温度上昇が大きくなる場合があるという問題点が明らかになった。これは、点灯装置に過度な負担がかかっているためと考えられるが、この過度の温度上昇は点灯装置の大型化や冷却強化の必要性を意味し、プロジェクタの小型化、静音化の要請に反する原因となる。

【0004】本発明は、係る問題点を鑑みてなされたものであって、定格電力よりも低い電力で高圧放電ランプを点灯させた場合でも、点灯装置への過度な負担を抑制することができる高圧放電ランプの点灯方法、点灯装置、及び高圧放電ランプ装置を提供することを目的としている。

【0005】

【課題を解決するための手段】まず、本願発明者らは、上記したような点灯装置の過度の温度上昇について、点灯装置が想定していないような条件下での動作を余儀なくされているのではないかと、という仮定の下、係る条件がどのような理由で生じているかを解明すべく検討を行なった。まず本願発明者らは、調光機能を実現しようとしている場合においては、電極先端部に図4に示すような突起124が異常成長していることを見出した。

【0006】この突起の異常成長の理由を考察すると、以下のように推測できる。即ち、高圧放電ランプを定格電力で点灯する場合においては、電極材料であるタングステンが点灯時の熱で蒸発し、発光管壁に付着することによる発光管黒化現象を抑制するため、ハロゲンサイクルを促進すべく発光管内にハロゲン物質を封入している。蒸発したタングステンはハロゲンと化合し、対流でアークプラズマに戻ってきたときに解離してブラスイオンとなる。ブラスイオンとなったタングステンは、陰極

フェーズ側の電極先端の電界集中点であるアークスポットを中心とする領域に引き寄せられ、そこへ堆積する。次に、この電極が陽極フェーズに反転すると、電極先端の全体に電子が衝突し、電極温度は上昇し、陰極フェーズで堆積したタングステンは再び蒸発する。

【0007】定格電力点灯時は、この堆積と蒸発のバランスが、電極先端に適度な突起を維持できるレベルで安定している。しかしながら、調光動作時、即ち定格電力よりも低い電力で点灯している場合には、陽極フェーズ状態の電極先端部の温度が定格電力点灯時よりも低くなるため、タングステンの再蒸発量が減少し、このためタングステンの堆積と再蒸発とのバランスが崩れ、タングステンは突起部に局部的に堆積した状態で安定する。それゆえ突起の異常成長を招来するものと考えられる。

【0008】突起の異常成長はアーク長の短縮を意味するから、一对の電極間の電圧（ランプ電圧 V_{la} ）は低下し、点灯回路の定電力制御機能によって高圧放電ランプに供給される電流量が増加する。これが定格電力時に想定した電流量を超えたために過度の温度上昇を引き起こしたものと考えられる。即ち、本願発明者らは、以上のように点灯回路の過度の温度上昇の原因を解明し、さらに、この問題を解決する方法について鋭意検討した結果、本願発明に係る高圧放電ランプの点灯方法等に到達したものである。

【0009】即ち、上記目的を達成するために、本願発明に係る高圧放電ランプの点灯方法は、内部にハロゲン物質が封入され、かつ、一对の電極が配設されている発光管を備えた高圧放電ランプに対し、交流電流を供給して点灯させる高圧放電ランプの点灯方法であって、点灯中の電極間距離の変化に起因して、前記一对の電極間の電圧が所定値を下回った場合に、一時的に定格周波数よりも低い周波数の交流電流を投入する期間を設けることを特徴としている。

【0010】ここで、定格周波数とは、高圧放電ランプを定格電力で点灯する場合に供給する交流電流の周波数を意味する。前記期間の長さは、主として投入される交流電流の周波数及び投入周期により規定される。本願発明により点灯装置の温度上昇が抑制できるのは、当該期間を設けることによって電極先端部の温度が上昇し、電極先端部の突起が適度に消失すること、従って、アーク長が延びランプ電圧 V_{la} が上昇することによるものであるところ、本願発明者らが前記期間における交流電流の周波数について検討したところ、0.1Hz以上10Hz以下とすることが好ましいことを見出された。もっとも、この周波数はこれに限定される趣旨ではなく、ランプの構造や発光管内の封入物質、電極材料、電極の形状、構造など、種々の条件に合わせて最適化することができる。

【0011】また、投入周期は点灯時のちらつきに影響し、本願発明者らの検討により、10周期以下とするこ

とが好ましいことが見出された。もっとも、これに限定される趣旨でないのは上記周波数と同様であり、種々の条件に合わせて最適化することができる。なお、前記期間における周波数は一定である必要はなく変化させてもよいし、低周波の電流を間欠的に投入するようにしてもよい。

【0012】なお、投入周期は少なくとも1周期とすることが好ましい。一対の電極の双方にて成長する突起の両方を均等に消失させることができるからである。ここで、投入する低周波の位相が 0° から開始できる場合は1周期でもよいが、必ずしも位相が 0° から開始できないような点灯回路を用いる場合、1.5周期を投入することが好適である。

【0013】なお、本発明の第2の点灯方法である、内部にハロゲン物質が封入され、かつ、一対の電極が配設されている発光管を備えた高圧放電ランプに対し、直流電流を供給して点灯させる高圧放電ランプの点灯方法であって、点灯中の電極間距離の変化に起因して、前記一対の電極間の電圧が所定値を下回った場合に、一時的に前記直流電流の方向を定格方向と反転させる期間を設けることを特徴とする高圧放電ランプの点灯方法により、直流点灯の高圧放電ランプにも適用することができる。陰極側で突起が異常成長する可能性があるのは交流点灯の場合と同様だからであり、電流の方向を反転させることにより電極先端部の温度を上げ、異常成長した突起を適度に消失させることも可能だからである。ここで、定格方向とは、陽極用電極から陰極用電極へ流れる直流電流の方向を意味する。

【0014】ここで、前記期間は、前記高圧放電ランプを定格電力よりも低い電力で点灯させている場合に設けられるとしてもよい。ランプ電圧 V_{1a} が低い電力で点灯したときに突起の異常成長が生じる可能性が高いことは上述の通りである。もっとも、定格電力点灯時に何らかの原因で突起が異常成長する可能性も全くないとまでは言えないから、定格電力点灯時にも電極間の電圧が所定値を下回った場合に前記期間を設けるようにしてもよい。

【0015】本発明に係る第1の点灯装置は、内部にハロゲン物質が封入され、かつ、一対の電極が配設されている発光管を備えた高圧放電ランプに対し、交流電流を供給して点灯させる点灯装置であって、前記一対の電極間の電圧を検出する電圧検出手段と、前記電圧検出手段により検出された電圧が所定値を下回った場合に、一時的に定格周波数よりも低い周波数の交流電流を投入する期間を設けるように、前記交流電流の周波数を制御する制御手段とを備えることを特徴としている。この点灯装置において、前記期間における周波数や投入周期は、前記本発明に係る点灯方法と同様に考えることができる。

【0016】また、本発明に係る第2の点灯装置は、内部にハロゲン物質が封入され、かつ、一対の電極が配設

されている発光管を備えた高圧放電ランプに対し、直流電流を供給して点灯させる点灯装置であって、前記一対の電極間の電圧を検出する電圧検出手段と、前記電圧検出手段により検出された電圧が所定値を下回った場合に、一時的に前記直流電流の方向を定格方向と反転させる期間を設けるように、前記直流電流の方向を制御する制御手段とを備えることを特徴としている。

【0017】本発明に係る高圧放電ランプ装置は、内部にハロゲン物質が封入され、かつ、一対の電極が配設されている発光管を備えた高圧放電ランプを取り付ける取り付け部と、当該取り付け部に取り付けられた高圧放電ランプを点灯させる点灯装置とを含む高圧放電ランプ装置において、前記点灯装置として本発明に係る点灯装置を用いることを特徴としている。高圧放電ランプ装置としては、具体的には、高圧放電ランプを光源とする液晶プロジェクタ等の各種プロジェクタの他、一般照明装置、自動車前照灯、医療用照明装置、UV硬化樹脂用硬化装置などが含まれる。ここで、本発明の高圧放電ランプ装置は、前記取り付け部に予め高圧放電ランプを取り付けた状態で販売等してもよいし、前記取り付け部を有さず、高圧放電ランプと点灯装置とが直接接続されていてもよい。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る高圧放電ランプの点灯方法等の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

(1) 高圧放電ランプの構成

図1は、高圧放電ランプの一例としての、定格電力150Wの超高圧水銀ランプ100の構成を示す図であり、便宜上、電極が露出する部分での断面図で示している。

【0019】同図に示すように、超高圧水銀ランプ100は、内部に一対のタングステン電極102及び103が配設されている回転楕円体形状の発光部101aと、この発光部101aの両端部に形成され、かつ内部に一対のタングステン電極102及び103と接続されたモリブデン箔104、105が封止されている封止部101bとを有した石英製の発光管101を備えている。モリブデン箔104、105は、その外側にそれぞれ外部モリブデンリード線106及び107が接続されている。

【0020】ここで、タングステン電極102及び103の先端部同士の間隔、即ち電極間距離 D_e は、0.5～2.0mmの範囲に設定される。なお、本実施の形態の超高圧水銀ランプ100は、製品完成時には電極先端部にある程度の突起が形成されているので、この0.5～2.0mmの範囲についても、当該適度な突起が形成された状態での電極間距離として規定することが好ましい。

【0021】発光部101a内部の発光空間108内には、発光物質である水銀109及び始動補助用としての

アルゴン、クリプトン、キセノンなどの希ガスと、併せて沃素、臭素などのハロゲン物質が封入されている。この場合、前記水銀109の封入量は、発光管内容積あたり $150 \sim 650 \text{ mg/cm}^3$ （ランプ定常点灯時の水銀封入圧力にして約 $15 \text{ MPa} \sim 65 \text{ MPa}$ に相当）の範囲に、前記希ガスのランプ冷却時の封入圧力は、 $0.01 \text{ MPa} \sim 1 \text{ MPa}$ の範囲にそれぞれ設定されている。

【0022】なお、前記ハロゲン物質としては、従来から $1 \times 10^{-10} \sim 1 \times 10^{-4} \text{ mol/cm}^3$ の範囲の臭素が用いられており、これはいわゆるハロゲンサイクル作用により電極から蒸発したタングステンを元の電極に戻して発光管黒化を抑制するという機能を果たすために封入されるものである。ハロゲンサイクル作用を最も効果的に機能させるための臭素封入量としては、特に $1 \times 10^{-9} \text{ mol/cm}^3$ 以上 $1 \times 10^{-5} \text{ mol/cm}^3$ 以下であることが好ましい。

【0023】図2は、上記超高圧水銀ランプ100を組み込んだランプユニット200の構成を示す一部切り欠き斜視図である。同図に示すように、ランプユニット200は、発光管101の片方の管端部に口金201が装着され、スペーサ202を介して反射ミラー203に、その放電アークの位置が反射ミラー203の光軸と一致するように調整された状態で取り付けられて構成される。超高圧水銀ランプ100の両電極には、反射ミラー203に穿設された貫通孔206を通過して外側に引き出されたリード線205、及び端子204を介してそれぞれ電流が供給されるようになっている。

【0024】(2) 点灯装置の構成

次に、本発明に係る点灯方法を実行するための点灯装置の構成について説明する。図3は本実施の形態のランプ点灯装置（安定器）300の構成を示すブロック図である。同図に示すようにランプ点灯装置300は、DC電源301、DC/DCコンバータ302、DC/ACインバータ303、高圧発生器304、制御部305、電流検出器306、電圧検出器307から構成されている。

【0025】DC電源301は、例えば整流回路を含んでおり、家庭用の交流100Vから直流電圧を生成する。DC/DCコンバータ302は、マイコンから成る制御部305により制御され、所定の大きさの直流電流をDC/ACインバータ303に供給する。DC/ACインバータ303は、制御部305の制御により所定の周波数の交流矩形波電流を生成して高圧発生器304に送る。高圧発生器304は、例えばトランスを含んでおり、ここで発生された高電圧が超高圧水銀ランプ100に印加される。

【0026】超高圧水銀ランプ100の電極間が絶縁破壊して電極間にアーク放電電流が流れ出すと、電流検出器306が制御部305に検知信号を送り、制御部30

5内の点灯判別回路が「点灯開始」を判断する。「点灯開始」後、制御部305は電流検出器306と、ランプ電圧V1aを検出する電圧検出器307とのそれぞれの検出信号に基づいてDC/DCコンバータ302に信号を送り、ランプの点灯電力を制御する。なお、この制御は定電力制御であり、電流検出器306により検出された電流値と、電圧検出器307により検出された電圧値との積を、制御部305の内部メモリに格納された電力基準値と比較し、定電力となるようにDC/DCコンバータ302の出力電流を制御することによって行なう。制御部305には、点灯装置外部に設けられた調光動作指示のためのスイッチが接続されており、調光動作が指示された場合には、前記電力基準値を切り替えることにより調光動作が実現される。

【0027】制御部305の内部メモリには、電力基準値の他に、電極先端部の突起の異常成長を検出するためのランプ電圧の電圧基準値も格納されている。制御部305は、電圧検出器307で検出されたランプ電圧V1aが前記電圧基準値を下回った場合に、突起の異常成長が生じていると判断し、DC/ACインバータ303に信号を送り、所定の期間だけ、点灯電流の周波数を定格周波数よりも低下させるように制御する。このような制御を、以下、「低周波投入制御」という。制御の内容は、後に詳細に説明する。

【0028】(3) 電極先端部の状態に関する知見
次に、上記に説明したような超高圧水銀ランプ100、ランプ点灯装置300を用いて調光機能を実現するための検討を行なった結果として得られた電極先端部の状態に関する知見について説明する。まず、本実施の形態の電極102（103も同様）の構成について簡単に説明する。本実施の形態の超高圧水銀ランプ100で用いている電極102は、図4に示したタングステンの電極軸121の先端部にタングステン線コイル123を取り付け、この電極軸121の先端部及びコイル123の一部を溶融・加工して半球状の電極先端部122を形成した後、所定時間、所定周波数の交流を通電して点灯させること（エイジング）によって電極先端部に適切な大きさの突起を形成することにより得られる。

【0029】本願発明者らは、まず、ランプ電圧V1aの検出結果にかかわらず点灯電流の周波数を固定させたまま調光機能を実現しようと試みた。その結果、図4に示されるように電極先端部122において突起124が異常成長することを見出した。この電極先端部の突起は、大きな照度変化の原因となる、いわゆるアークジャンプ現象（電極間に発生する放電アークの位置が電極先端の中央部や周辺部の間で安定せず、移動する現象）を効果的に抑制するためには、ある程度は存在することが好ましいのであるが、図4に示すような異常成長の状態では、電極間距離が異常に短縮することとなり、これが原因となってランプ電圧V1aが低下する。

【0030】突起の異常成長によるランプ電圧 V_{1a} の低下は、ランプに供給される電流、即ち DC/DC コンバータ 302 の出力電流の増大を招来し、これがランプ点灯装置 300 の過度の温度上昇を引き起こしたと考えられたことから、本願発明者らは、電極先端部の突起の大きさを適切に保つための点灯方法について鋭意検討した結果、本願発明の低周波投入制御が有効であることに到達したものである。

【0031】即ち、突起 124 の大きさを適切に保つためには、突起 124 が異常成長した状態から、一時的に電極先端部の温度を上昇させ、突起部 124 を形成するタングステンを一部蒸発させることが好ましい。しかしながら、電極先端部の温度上昇のためにランプへの供給電力を大きく変化したものでは、ランプの照度変化が大きく、液晶プロジェクタなどの光源として用いるためには適切とは言えない。一方、点灯電流の周波数を低下させ、直流点灯に近い状態とすることで電極先端部の温度は上昇すると考えられることから、突起部 124 が異常成長した場合に点灯電力を変えずに点灯電流の周波数だけを低下させることで、大きな照度変化を伴うことなく、突起部 124 の大きさを適切に保つことが可能であるといえる。

【0032】もっとも、低周波投入制御時の点灯電流の周波数、投入周期等によっては電極間に流れる電流の方向の反転等に起因するランプのちらつきが無視できない状態となる可能性もあるため、実際の周波数、投入周期等については検討の必要がある。以下、低周波投入制御を行なう場合の制御部 305 の具体的な処理内容、及び周波数、投入周期等に関し本願発明者らが行った検討の結果について、順次説明する。

【0033】(4) 制御部 305 の処理内容

まず、本実施の形態の制御部 305 の具体的な処理内容について説明する。図 5 は、制御部 305 による処理内容の一例を示すフローチャートである。本実施の形態の制御部 305 は、その内部に備えるタイマにより、超高圧水銀ランプ 100 が点灯開始してから 60 秒が経過したか否かを判定する (S101)。ここで、「60 秒」としたのは、上記に説明した定格電力 150 W の超高圧水銀ランプ 100 の場合、点灯開始してから放電が安定化するまでに通常 60 秒程度を要することに基づくものであり、従って、この「60 秒」の時間は、定格電力などの仕様によりランプ設計が異なることに対して最適化されるべきものである。

【0034】本実施の形態では電圧検出器 307 により検出されたランプ電圧 V_{1a} が所定の電圧基準値を下回った場合に電極先端部の突起 124 が異常成長した状態にあるものとし、異常成長した突起 124 を構成するタングステンを適度に蒸発させるべく、一時的に低周波に切り替える期間を設けるものであるが、点灯開始の直後、安定化前段階においてランプ電圧 V_{1a} が所定の値

を下回っているからといって低周波の電流を投入すると、アークジャンプ現象の抑制に有益な適度な突起をも完全に蒸発させる可能性があり得ることから、放電の安定化前段階においては低周波投入制御を実行しないようにしたものである。

【0035】60 秒経過後 (S101: Yes) には、電圧検出器 307 により検出されたランプ電圧 V_{1a} が電圧基準値である 55 V を下回ったか否かの判定を行い (S102)、下回った場合に (S102: No)、DC/AC インバータ 303 の出力である交流矩形波電流の周波数を低周波に切り替えて低周波投入制御を実行する (S103)。なお、電圧基準値として 55 V を設定しているのは単なる例示であり、この値に限定されるわけではない。また、定格電力などの仕様によりランプ設計が異なることに対して最適化することが好ましいことは勿論である。

【0036】そして低周波投入制御の開始から所定の期間が経過した後は (S104: Yes)、再び定格周波数に戻して点灯させるようにする (S105)。当該所定の期間は主として低周波投入制御時の周波数及び投入周期により規定される。図 6 は、低周波投入制御時の交流矩形波電流の周波数変化について模式的に示す図である。同図に示されるのは、交流矩形波電流の位相が 0° から開始できる点灯回路を用いた場合の例であり、定格周波数が 170 Hz であるのに対し、タイミング A からタイミング B までの期間において、周波数 2 Hz が 1 周期投入された場合を模式的に表したものである。

【0037】このように低周波電流の投入周期を少なくとも 1 周期とするのは、一対の電極 102、103 のそれぞれの先端部において異常成長した突起を、それぞれほぼ均等に消失させることができ、突起の消失前と消失後において電極間の中央位置があまり変動しないため、照度変化の観点で好ましいからである。しかし、投入周期は 1 周期未満としても突起消失の一定の効果は得られる。もっとも、点灯回路の中には、必ずしも位相が 0° のところで周波数を切り替えることができないものも存在する。その場合には、低周波電流の投入周期を 1.5 周期とすれば、低周波がどのような位相から開始したとしても、両電極で異常成長した突起をそれぞれほぼ均等に消失させることができる。

【0038】(5) 低周波投入制御時の周波数についての検討

次に、本願発明者らが、低周波投入制御時の交流矩形波電流の周波数について検討した結果について説明する。図 7 は、周波数について検討した結果を示す図である。同図において、周波数 (Hz) は低周波投入制御時の周波数であり、いずれの周波数の場合も投入周期は 5 周期として検討した。

【0039】本検討では、上記に説明した定格電力 150 W (定格ランプ電圧 75 V) の試験ランプ 100 を調

光状態である 120W で点灯させて行なった。定格周波数は 150Hz として、図 5 に従い、ランプ電圧 V_{1a} が 55V まで低下した時点で所定の試験周波数に低下させた。平均ランプ電圧変化 (ΔV_{1a}) は、低周波投入制御の前後においてそれぞれ電圧検出器 307 により検出されたランプ電圧 V_{1a} の変化の平均値を示す。なお、今回の検討に際しては、いずれの周波数においても 5 サンプルの試験ランプを用いて試験を行なっており、前記平均値は 5 サンプルのそれぞれについて測定された電圧変化の平均値を示すものである。電極状態は本願発明者らが目視にて確認した結果を示す。

【0040】低周波投入制御時の周波数を 0.05Hz とした場合には、電極先端部の突起が完全消失してしまい、適度な突起を残せず、好ましくないことが判明した。周波数を 0.1Hz とした場合、一部（5 サンプル中の 1 サンプル）突起の完全消失が見られたが、残りの 4 サンプルについては突起の一部消失（適度に残留）及びランプ電圧 V_{1a} の回復が観測され、従って低周波投入制御時の周波数は 0.1Hz 以上とすることが好ましいことがわかった。

【0041】周波数を 0.5Hz 又は 1Hz とした場合には適度に突起が残留し、ランプ電圧 V_{1a} も回復する。5Hz とした場合には、5 サンプル中の 1 サンプルにおいて突起の異常成長の状態が変化せず、ランプ電圧 V_{1a} もほとんど上昇しない場合が見られたが、残りの 4 サンプルにおいては、突起の一部消失及びランプ電圧の上昇が観測された。10Hz とした場合には、5 サンプル中の 2 サンプルで突起が一部消失したが、3 サンプルでは突起の状態が変化しなかった。20Hz の場合は 5 サンプルの全てについて突起の状態が変化せずランプ電圧は回復しなかった。

【0042】以上の結果、低周波投入制御時の周波数は、0.1Hz 以上 10Hz 以下が適切であることがわかった。なお、0.1Hz 以上 5Hz 以下であればなお好ましく、0.5Hz 以上 1Hz 以下とすればより適切である。ここで、低周波投入制御時の周波数は高いほどランプ電圧 V_{1a} の上昇の度合いは小さく、従って低周波投入制御が実行される頻度は高くなるが、投入時のアーク長の変化は小さいこととなり、上記した範囲において、具体的にどのような周波数に設定するかは定常点灯時のアーク長や、次に説明するちらつき等を考慮して最適化することが好ましい。

【0043】（6）低周波投入制御の際の投入周期についての検討

次に、低周波の投入周期について検討を行なった結果について説明する。図 8 は、検討結果を示す図である。低周波投入制御においては、投入する周波数や周期等により発生し得るちらつきが問題となる。即ち、周波数が低い場合は直流点灯に近い状態となるため、アーク形状の対称性が損なわれており、そこで極性反転が生じると反

転の瞬間にちらつきが発生する。低周波の投入周期が多くなればなるほど、頻繁な極性変化によりちらつきが目立つようになる。また、低周波の投入により突起が消失するときの急激なアーク長の変化も、ちらつきとなり得る要素をもっており、これらの各要素が複合してちらつきが顕在化し得ることとなる。

【0044】本検討では、先の検討で適切とされた周波数において投入周期を変化させ、ランプ電圧 V_{1a} の変化及びちらつきの有無を調べた。試験ランプとしては上記と同様に定格電力 150W のものを用い、これを調光状態である 120W で点灯させて検討を行なった。定格周波数は 150Hz であり、ランプ電圧 V_{1a} が 55V になった場合に低周波投入制御を行なった。低周波は位相 0° からの開始とし、各条件で 2 サンプルずつの試験を行なった。なお、図 8 に示されたちらつきの結果は、目視にて検出したものであり、「○」はちらつきを感じなかった場合、「△」はちらつき小、「×」はちらつきが大であったことを示す。

【0045】まず、低周波投入制御時の周波数を 0.5Hz とした場合、投入周期 0.5（半周期）の場合にはちらつきを感じないか、若しくはちらつき小の結果であったが、1 周期投入するとちらつき小、5 周期以上の投入ではいずれもちらつき大という結果となった。周波数を低くした場合には、アーク形状の非対称による影響が大きく視覚に感じられやすいものと思われる。なお、ランプ電圧 V_{1a} の上昇量は、1 周期以上投入してもあまり変化がないことから、ちらつきの抑制には 1 周期の投入が好ましいことになる。半周期の投入では片方の電極先端部のみ温度上昇による突起の消失が起こり、アーク中心位置が移動する可能性もあって照度変化の観点からあまり好ましいとは言えないからである。

【0046】もっとも、前記したように、点灯回路の構成によっては、低周波投入制御を位相 0° から開始できない場合もある。その場合には 1 周期のみ投入しても両電極先端部に生じた突起が均等に消失しない可能性もあるので、確実に両電極の突起を均等に消失させるべく、低周波を 1.5 周期投入するようにすればよい。さて、周波数を 1Hz とした場合には、投入周期が 1 周期以下である場合にはちらつきが感じられなかったが、5 周期の投入ではちらつき小、10 周期以上投入するとちらつき大の場合が観測された。また、周波数を 5Hz とした場合には、5 周期まではちらつきを感じなかったが、10 周期でちらつき小、20 周期ではちらつき大であった。

【0047】以上の結果に鑑みると、投入周期は 10 周期以下が適切であり、より好ましくは 5 周期以下、もっとも好ましいのは位相 0° からの開始の場合で 1 周期ということが明らかとなった。

（7）ランプの寿命特性の確認

本実施の形態の低周波投入制御は、高圧放電ランプにと

っては、通常の点灯条件とは若干異なる条件とも考えられることから、本願発明者らは、低周波投入制御を実行した場合のランプの寿命特性についても確認を行なった。以下、その結果について簡単に説明する。

【0048】なお、ランプの点灯試験は、定格電力150Wのランプを図2に示したランプユニット200に組み立て、点灯装置300として矩形波点灯のフルブリッジ方式電子安定器を用い、低周波投入制御を有するものと有しないものと2種類を準備した。ここで、低周波投入制御を有しないものは、温度上昇が発生しても動作に異常が出ない仕様とした。高圧放電ランプ100を水平位置に保って120Wの調光動作にて3.5時間点灯／0.5時間消灯のサイクルで行なった。低周波投入制御（ランプ電圧V1aが55Vとなった時点で2Hzの電流を1周期投入）を行なった場合と行なわない場合のそれぞれについて、5サンプルずつの試験を行い、寿命特性は、2000時間点灯後の照度維持率で判断するようにした。照度維持率の平均値を求めると、低周波投入制御を行なわない場合の照度維持率の平均は86.3%であるのに対し、低周波投入制御を行なった場合の照度維持率は85.2%であり、低周波投入制御が寿命特性に影響を与えないことが明らかとなった。なお、低周波投入制御を行なった場合、2000時間の寿命試験の間、ランプ電圧V1aが55Vを下回るサンプルはなかったが、低周波投入制御を行なわない場合、5サンプル中の3サンプルにおいて、試験開始後500時間以内にランプ電圧V1aが55Vを下回るものがあつた。なお、低周波投入制御を行なった場合、2000時間の間、ちらつきは発生しなかった。

【0049】＜変形例＞以上、本発明を種々の実施の形態に基づいて説明してきたが、本発明の内容が、上記実施の形態に示された具体例に限定されないことは勿論であり、例えば、以下のような変形例を考えることができる。

(1) 即ち、上記実施の形態では、高圧放電ランプの一例として、定格電力150Wの超高圧水銀ランプを用いた場合について説明したが、定格電力の値は150Wに限定されず、他のランプにも同様に適用することが可能である。また、高圧放電ランプの種類も超高圧水銀ランプに限定されず、メタルハライドランプなどの他の高圧放電ランプに適用することも可能である。発光管中にハロゲン物質が封入されているものであれば、上記に説明した原理により電極先端部に突起が異常成長する可能性は否定できず、また、低周波投入制御により突起の異常成長状態を解消することが可能であることも自明だからである。

【0050】(2) 上記実施の形態では、点灯装置に対する調光動作の指示を、スイッチを用いて行い、それを点灯装置が受け付けるようにしたが、調光指示はスイッチに限らず、例えば使用環境の明るさを検出するセンサ

からの信号を用いてもよいし、投影する映像の種類に応じて調光動作するか否かを切り替えるようにすることもできる。

【0051】(3) 上記実施の形態では、調光動作時には、制御部305の内部メモリに格納された電力基準値を切り替えるようにしたが、電力基準値は変化させず、電圧検出器307の検出特性を変えて対処するようにしてもよい。調光時の点灯電力値が120Wに限定されないのは勿論である。

(4) 上記実施の形態では交流矩形波電流を供給して点灯させる場合について説明したが、直流電流の供給を受けて点灯するタイプの高圧放電ランプでも同様に片側（陰極側）の電極先端部で突起が異常成長することによりランプ電圧V1a低下の問題が生じ得る。もっともこの場合には、一時的に直流電流の方向を反転させる期間を設けることにより、突起を適度に消失させ、問題の解決を図ることが可能である。

【0052】(5) 上記実施の形態では、低周波投入制御時の周波数は一定としたが、突起が急に消失することは急激なアーク長の変化を招来し、ランプの照度変化の原因となる場合も考えられる。アーク長の急な変化を抑制するためには、低周波投入制御時の周波数を徐々に低くしていくようにしてもよい。具体的には、例えばランプ電圧が所定の値まで低下した際に10Hz（1周期）↓8Hz（1周期）↓6Hz（1周期）↓4Hz（1周期）↓2Hz（1周期）というように段階的に周波数を下げていくことが考えられる。

【0053】(6) 上記実施の形態では、低周波投入制御に際しては、所定の期間の間は、低周波の電流を継続して投入するようにしたが（図5のS104参照）、低周波電流を間欠的に投入することもできる。

(7) 上記実施の形態では、電極先端部122を半球状とした電極102を用いた場合について説明したが、これに限らず、単に電極軸にコイルを固定したような電極や、電極軸先端部に筒状の部材を被着させたような電極に適用することも可能である。発光管内にハロゲン物質が封入され、ハロゲンサイクルが利用されている場合には、電極構成にかかわらず電極先端部に電極材料が堆積する可能性はあり得るからである。

【0054】

【発明の効果】以上のように、本発明に係る高圧放電ランプの点灯方法によれば、点灯中の電極間距離の変化に起因して電極間の電圧が所定値を下回った場合に、一時的に定格周波数よりも低い周波数の交流電流を投入する期間を設けているので、例えば調光動作の際など、電極先端部の突起が異常成長した場合に適度に突起を消失させることができ、点灯回路の過度の温度上昇を抑制することができるという効果がある。

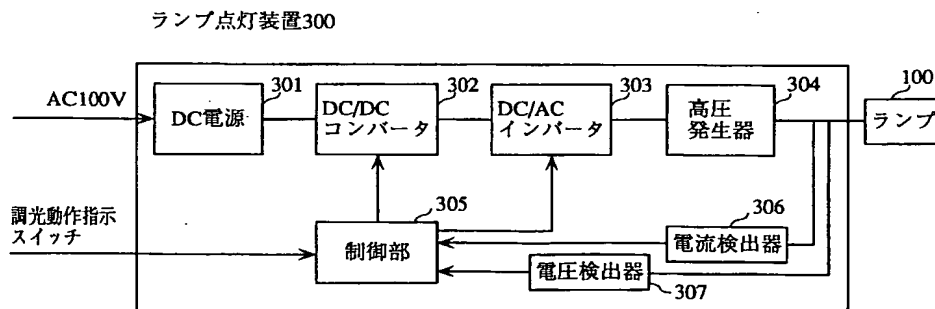
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態における超高圧放電ランプ

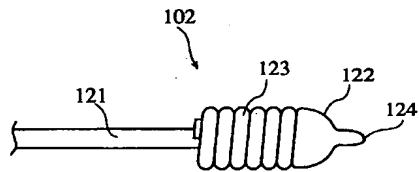
16

307 電圧検出器

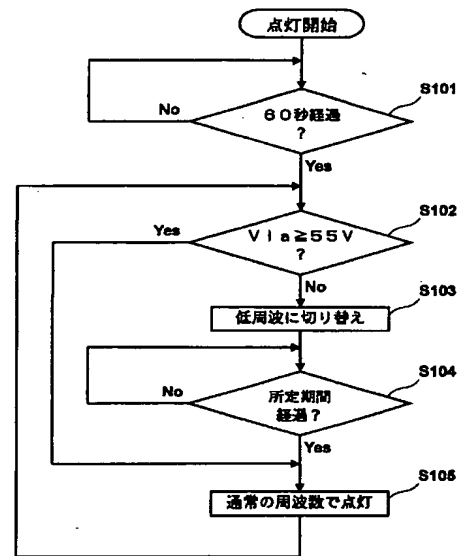
100 高圧放電ランプ



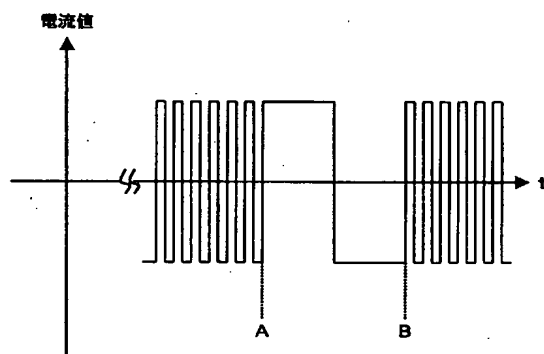
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

周波数 (Hz)	平均ランプ電圧変化 (ΔV_{I-a})	電極状態
0.05	+32.4	突起が完全消失
0.1	+20.3	突起が一部消失／一部（1/5）完全消失
0.5	+12.4	突起が一部消失
1	+5.9	突起が一部消失
5	+1.9	突起が一部消失／一部（1/5）変化なし
10	+0.7	突起が一部消失／一部（3/5）変化なし
20	+0.1	変化なし

【図8】

周波数 (Hz)	投入周期 (周期)	ランプ電圧変化 (V)	ちらつき
0.5	0.5	① 5.4	○
		② 7.2	△
	1	① 13.6	△
		② 12.1	△
	5	① 13.3	×
		② 13.7	×
	10	① 11.5	×
		② 12.5	×
	20	① 13.5	×
		② 12.3	×
1	0.5	① 4.5	○
		② 3.9	○
	1	① 6.6	○
		② 7.6	○
	5	① 9.3	△
		② 7.0	△
	10	① 8.4	△
		② 6.0	×
	20	① 5.2	×
		② 8.5	×
5	0.5	① 0.0	○
		② 0.7	○
	1	① 1.8	○
		② 2.1	○
	5	① 1.4	○
		② 0.0	○
	10	① 1.6	△
		② 2.0	△
	20	① 2.2	×
		② 1.5	×

.....
 フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷
 H 0 5 B 41/392

識別記号

F I
 H 0 5 B 41/392

テーマコード(参考)

G

(72)発明者 小笹 稔
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
 産業株式会社内

(72)発明者 ▲よし▼田 正人
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
 産業株式会社内

Fターム(参考) 3K072 AA03 AA11 AC01 AC11 BA05
 CA16 CB08 DD06 DE02 DE04
 EA03 GB01 GB03 HA04
 3K082 AA15 AA16 AA27 AA35 BA02
 BA04 BA05 BA06 BA24 BA25
 BA34 BA35 BA58 BC29 BD03
 BD04 BD26 BD32 BE14 CA05
 CA32
 3K083 AA15 AA17 AA28 AA45 BA02
 BA04 BA05 BA06 BA25 BA26
 BA34 BA35 BA53 BC47 BD03
 BD04 BD16 BD22 BD29 BE03
 BE20 CA05 CA32
 3K098 CC08 CC12 CC40 DD06 DD09
 DD15 DD18 DD20 DD37 DD43
 EE09 EE17 EE19 EE20 EE40
 FF03 FF04 FF20